

station de **Herreruela** située en pays désert, couvert à perte de vue de **Cistes**, de **Bruyères**, d'arbustes à feuilles persistantes. En une journée j'y récoltai 198 espèces, dont plusieurs nouvelles pour l'Espagne ou pour cette région.

Ranunculus Broteri. *Nouveau.*
 Batrachium cæspitosum
 Cistus populifolius, etc.
 Helianthemum hirsutissimum. *Nouveau.*
 Lychnis læta
 Dianthus laricifolius
 Malva hispanica
 Anthyllis lotoides
 Arthrolobium durum
 Trifolium gemellum
 — cernuum. *Nouveau.*
 Callitriche cæspitosa
 Daucus crinitus
 Conopodium flexuosum. *Nouveau.*
 Thapsia minor
 — maxima
 Pterocephalus papposus *Nouveau.*
 Centaurea exarata

Serratula bætica?
 Filago pyramidata
 Pulicaria hispanica
 Senecio desquamatus
 Andryala allochroa. *Nouveau.*
 — dissecta *Nouveau.*
 Crepis lusitanica
 Helminthia lusitanica. *Nouveau.*
 Hypochæris adscendens
 Thrinicia psilocalyx
 Tolpis barbata
 Campanula Duriæi
 Myosotis sicula
 Nepeta multibracteata. *Nouveau.*
 Juncus Welwitschii. *Nouveau.*
 Agrostis pallida
 Holcus setiglumis
 Vulpia Broteri
 Nardurus tenuiculus.

(A suivre.)

M. Molliard développe au tableau la communication suivante :

De l'action du *Marasmius Oreades* Fr. sur la végétation;

PAR M. MARIN MOLLIARD.

On connaît depuis longtemps sous le nom de *Ronds de Sorcières* ces cercles qui apparaissent sur certains prés et pelouses, vont en s'élargissant et sont caractérisés par une végétation particulièrement active ou au contraire par une couronne complètement dénudée; le phénomène est en relation évidente avec le développement de certains Basidiomycètes et surtout du *Marasmius Oreades* qui forme précisément ses appareils spori-fères dans la zone où on voit se modifier la végétation phanéro-gamique. J'ai eu l'occasion d'observer depuis plusieurs années de nombreuses formations de cette nature à Saint-Cast (Côtes-

du-Nord) soit sur des landes très maigres, soit sur des pelouses arides situées au-dessus de falaises. Je ne m'attarderai pas à décrire en détail leurs caractères morphologiques qui viennent de faire l'objet d'un travail très consciencieux de P. BALLION¹, constituant une excellente mise au point de la question; rappelons simplement ce qui est nécessaire pour la compréhension du mode d'action du mycélium.

Si on considère vers le mois de septembre un de ces cercles de centre O (fig. 1), on constate qu'il est formé de 3 couronnes très distinctes, une interne II où la végétation phanérogamique tranche nettement sur le fond général, une moyenne III où l'herbe est brûlée et où se développent de nombreux chapeaux

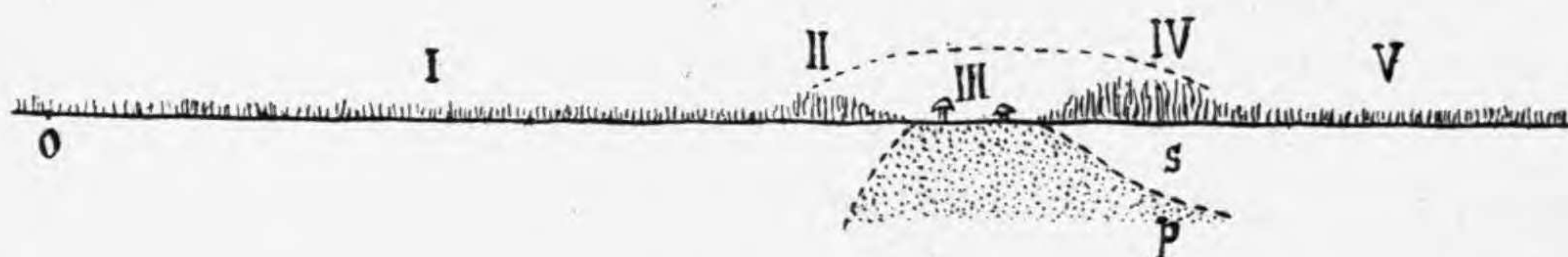


Fig. 1. — Coupe schématique radiale d'un Rond de Sorcière produit par le *Marasmius Oreades*.

de *Marasmius*, et enfin une externe IV, plus large que la zone II, dans laquelle le gazon est beaucoup plus vert et plus élevé que dans les régions situées à l'intérieur (I) ou à l'extérieur (V) du cercle mycélien, et qui présente par conséquent, mais à un degré plus marqué, les mêmes caractères que la couronne II. La végétation du gazon en question était constituée par plusieurs espèces de Graminées et par diverses Dicotylédones telles que *Plantago lanceolata*, *Achillea Millefolium*, *Bellis perennis*; la Planche V reproduit des exemplaires moyens de ces trois espèces correspondant, l'échantillon de gauche à la zone V qui n'a pas encore été intéressée par le Champignon, l'échantillon de droite à la zone IV.

Si on fait une coupe dans le sol sous-jacent on constate qu'au niveau de la couronne dénudée III la terre est profondément modifiée; de noire et d'humide qu'elle est normalement elle est devenue blanchâtre, poussiéreuse, sèche et imperméable. Au niveau de la zone IV cette allure n'existe qu'assez profondé-

1. P. BALLION, *Recherches sur les cercles mycéliens (ronds de fées)* (Procès-verbaux Soc. Linn. de Bordeaux, 1906).

ment (p), la région superficielle (s) gardant les caractères ordinaires; j'ai marqué sur la figure le contour de la région ainsi transformée par le développement du mycélium dont on reconnaît de nombreux cordons enchevêtrés.

Ajoutons que l'allure que présentent au printemps les cercles mycéliens peut être moins complexe; ils sont alors souvent constitués par une bande unique caractérisée par une exubérance de la végétation superficielle; en d'autres termes, les deux couronnes II et IV n'en font qu'une, la plage dénudée n'apparaissant qu'au moment de la poussée estivale et automnale des chapeaux.

Ceci posé, arrivons à l'examen des explications qui ont été successivement données pour interpréter les faits observés, à savoir l'action fertilisante du mycélium, et son action destructive inverse. En ce qui concerne le premier point, on a surtout invoqué la fumure résultant de la décomposition des anciennes fructifications; c'est ainsi qu'on lit dans le *Traité de Botanique* de VAN TIEGHEM¹: « La région centrale meurt progressivement; à la périphérie, pendant qu'une certaine zone vient d'être épuisée par le thalle dans sa position actuelle, la zone qui la touche au dehors, ayant reçu l'engrais produit par la décomposition rapide des fructifications, est devenue plus fertile: de là le contraste signalé plus haut ». De même PATOUILLARD² s'exprime de la manière suivante: « En été et en automne un grand nombre de Champignons pourrissent sur place et apportent aux Graminées un engrais puissant qui accélère leur croissance ». Dans une lettre qu'il a adressée à ce sujet à P. BALLION, GIARD combat cette manière de voir et fait remarquer que les Ronds de Fées sont aussi beaux l'année qui suit celle où l'on a procédé à la cueillette des chapeaux; BALLION fait d'ailleurs observer avec raison, et j'ai pu vérifier le bien fondé de son objection décisive, que l'action du *Marasmius* se produit d'emblée dans les ronds de nouvelle formation, avant toute production de réceptacles; d'autre part on ne voit pas comment les produits de décomposition des chapeaux agiraient sur la végétation d'une zone assez éloignée du point d'apparition des fructifications.

1. VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 2^e éd., p. 1111.

2. PATOUILLARD, *Les Hyménomycètes d'Europe*, 1887, p. 23.

A côté de cette première action insuffisante, J. FOUCAUD fait intervenir la décomposition du mycélium mort. L. CAILLETET¹ avait déjà donné cette explication du phénomène des cercles mycéliens, en faisant remarquer que les Champignons absorbaient une grande quantité de potasse et d'acide phosphorique, que leur mycélium se décomposait en grande partie l'hiver et abandonnait à la terre les matières puisées dans le sol; au printemps suivant le gazon absorbait ces dernières et prenait ainsi une vigueur toute spéciale. Cette absorption de certains éléments du sol par les Champignons permet de comprendre le mode de végétation circulaire de ces végétaux qui s'étendent vers de nouvelles régions qui ne sont pas épuisées; la décomposition du mycélium pouvait également permettre de comprendre l'existence de la zone II interne, mais il se trouve que c'est précisément dans la région périphérique IV, où le mycélium est en voie de développement, que l'herbe est la plus vigoureuse; aussi l'explication proposée, qui doit correspondre à une partie du phénomène, me paraît encore insuffisante, en ce qui concerne tout au moins le cas du *Marasmius Oreades*.

GIARD enfin cherche à rattacher le phénomène qui nous occupe à un cas de symbiose existant entre le mycélium du *Marasmius* et les racines des Phanérogames; cette explication dérive selon toute évidence des idées de FRANK sur les mycorhizes; GIARD admet que « les hyphes fournissent aux herbes des prairies de l'humidité et un sol plus meuble ». En fait, si on prend les poids frais et les poids secs de feuilles de Plantains qui se sont développés dans les zones IV et V, on constate dans le premier cas une teneur en eau de 83,5 p. 100, alors qu'elle n'est que de 80,9 dans le second; les plantes relativement très développées de la couronne extérieure sont donc un peu plus riches en eau que les plantes témoins. Il me paraît cependant bien difficile d'admettre cette action du mycélium, se traduisant dans la zone IV par de l'eau cédée aux Phanérogames, alors que, dans la bande III, le même Champignon absorbe l'eau du sol avec tant d'avidité qu'il dessèche absolument la végétation. L'analyse en eau du sol montre qu'il n'y a que 5 p. 100 d'eau dans la région III,

1. CAILLETET (L.), *Sur la nature des substances minérales assimilées par les Champignons* (C. R. Acad. Sc., 1876, t. LXXXII, p. 1205).

7 p. 100 dans la zone IV (p), alors qu'il en existe une quantité constante de 21 p. 100 dans les zones I, IV (s) et V, à une même époque humide, succédant à des pluies assez fréquentes. Le sol se dessèche donc notablement là où le mycélium est le plus abondant, et on ne comprend pas comment celui-ci pourrait céder aux radicelles l'eau qu'il absorbe si énergiquement.

Je me demande si on ne pourrait pas trouver la raison d'être des cercles mycéliens dans une nutrition plus riche en azote, résultant de l'action même des hyphes du *Marasmius* sur l'humus; s'il en est ainsi, on doit trouver à l'analyse des feuilles d'une espèce donnée une proportion plus grande d'azote dans la région IV; or il en est bien ainsi: 100 gr. de feuilles fraîches de Plantain contiennent 0 gr. 40 d'azote total dans la zone V et 0 gr. 60 dans la zone IV. Nous avons indiqué les raisons qui nous ont fait rejeter l'explication totale de ce fait par une fumure provenant de la décomposition des chapeaux ou même du mycélium souterrain; quelle est alors l'origine de cet azote?

A la suite des travaux de FRANK, on a admis que dans les mycorhizes ectotrophes les Champignons céderaient aux plantes les sels minéraux ainsi que les aliments organiques azotés renfermés dans l'humus, en échange de matériaux hydrocarbonés donnés par la plante; et nous nous trouvons ici en présence d'une association de cette nature. Les radicelles des différentes plantes sont étroitement entourées dans la région IV par des filaments mycéliens du *Marasmius*, sans d'ailleurs que les poils absorbants de la plante disparaissent; mais est-il bien nécessaire de faire intervenir un passage de certaines substances du Champignon dans les racines des Phanérogames?

Pour répondre à cette question, j'ai procédé à l'analyse du sol correspondant aux différentes régions des ronds de fées, en ce qui concerne les matières azotées. Je n'ai pu mettre en évidence aucune trace d'azote nitrique; mais les quantités d'azote ammoniacal sont très variables; j'ai d'abord dosé l'ammoniaque qui est entraînée par des lavages répétés à l'eau distillée, puis celle qui est retenue par la terre; les résultats ont été les suivants.

Quantités d'ammoniaque (en mgr.) contenues dans 100 gr. de terre sèche :

Zones	Ammoniaque entraînée par l'eau	Ammoniaque retenue par la terre	Ammoniaque totale
I	4	33	37
III	14	66	80
IV (s)	8	45	53
IV (p)	17	56	73
V	3	35	38

Il y a donc une augmentation notable d'ammoniaque dans les zones III et IV; les radicelles des Phanérogames arrivant jusqu'à la zone mycélienne profonde IV (p), on conçoit que cette augmentation soit suffisante pour déterminer une végétation plus active des plantes qui ont à la surface une zone de terre restant humide. Comme le phénomène présente son maximum dans les régions où le mycélium est le plus jeune (zone IV) j'arrive à admettre que ce mycélium agit directement sur l'humus qui constitue son milieu nutritif; parmi les substances transformées se trouvent les matières azotées qui donnent naissance à des sels ammoniacaux; une partie de ces derniers serait utilisée par la végétation phanérogamique. J'ajouterai que, dans les pelouses où j'ai fait mes observations, il était facile de constater qu'autour de bouses de vaches il s'établissait une couronne à végétation tout à fait comparable à celle de la zone IV des Ronds de Sorcières, mais beaucoup plus étroite; même aspect morphologique des plantes, même augmentation de l'ammoniaque dans le sol sous-jacent, sans qu'on puisse reconnaître l'existence d'un mycélium comparable à celui du *Marasmius*.

La teneur en eau plus grande, présentée par les feuilles des plantes comprises dans les couronnes intérieure et extérieure des Ronds de Fées ou par les feuilles des plantes qui sont à la périphérie des dépôts organiques, se trouve liée à la présence d'une quantité plus considérable de sels ammoniacaux; il en est de même des caractères anatomiques qui sont assez différents de ceux qu'on observe dans les plantes témoins. Qu'il me suffise, en ce qui concerne ce dernier point, de représenter la coupe du limbe de Plantain, correspondant aux zones IV et V (fig. 2). L'augmentation de l'épaisseur du limbe et le dédoublement de l'assise palissadique peuvent encore s'expliquer par une absorption plus considérable de substances azotées, sans qu'elle résulte d'une augmentation de la teneur en hydrates de carbone; en

effet les feuilles témoins contiennent 1 gr. 43 de sucres solubles et 2 gr. 57 de substances amylacées (quantités exprimées en glucose), soit un total de 4 gr. d'hydrates de carbone pour 100 gr. de poids frais, alors que les feuilles de la région IV ne contiennent, pour le même poids frais, que 1 gr. 20 de sucres solubles et 1 gr. 54 de substances amylacées, soit un total de 2 gr. 74.

Sans vouloir étendre plus loin qu'il ne convient les résultats que je viens de rapporter, il me paraît que l'action des Champi-

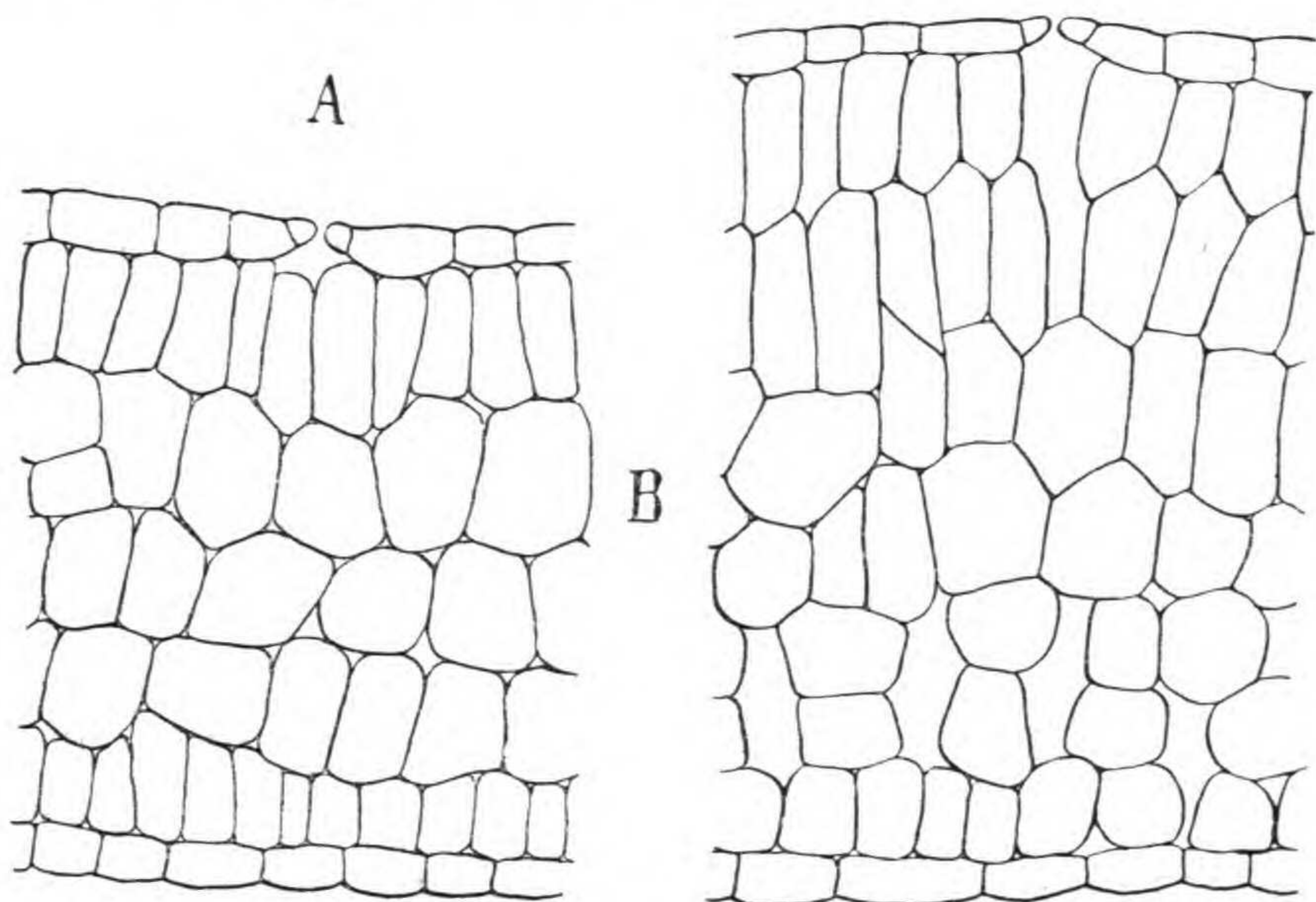


Fig. 2. — Coupes transversales du limbe de la feuille de *Plantago lanceolata*; la coupe A correspond à un individu témoin de la zone V, la coupe B à un individu de la zone IV. (G. = 450.)

gnons des différentes mycorhizes ectotrophes se trouve suffisamment et plus simplement expliquée par l'action des Champignons sur le sol, et le bénéfice qu'en retirent les végétaux supérieurs que par des échanges qui ne sont pas démontrés et dont le mécanisme reste bien difficile à concevoir.

Quant à la zone dénudée III, point n'est besoin, pour en comprendre la formation, de faire appel, comme on l'a fait, à l'hypothèse d'une association qui de symbiotique deviendrait parasitaire; elle est amplement expliquée par la dessiccation et l'imperméabilité du sol sous-jacent.

Faisons cependant observer que, en tenant compte de la teneur en eau et en ammoniacale des diverses zones, il existe dans la région IV (s) un liquide tenant en dissolution 0 gr. 25 d'ammo-

niaque pour 100 centimètres cubes, et que dans la zone III on a, pour la même quantité d'eau, 1 gr. 6 d'ammoniaque; cette dernière quantité est comprise dans les doses nocives de la substance en question, et on est en droit de faire intervenir ce second facteur dans l'explication du flétrissement des végétaux.

Toutes les radicules de la région III meurent de cette double action et sont envahies plus profondément par le mycélium; seules les plantes vivaces pourront reprendre un nouveau développement à la saison prochaine, leurs rhizomes restant vivants alors que les feuilles se sont flétries; la zone III pourra ainsi se garnir d'une nouvelle végétation en même temps que le cercle s'agrandira et que les différentes couronnes se déplaceront vers l'extérieur, tout en gardant une largeur constante.

Explication de la Planche V.

Échantillons de *Plantago lanceolata*, d'*Achillea Millefolium* et de *Bellis perennis*; ceux de gauche sont les échantillons témoins, ceux de droite ont été récoltés dans la couronne extérieure des Ronds de Sorcières.

M. F. Camus lit la Notice nécrologique ci-après :

Notice biographique sur Ch. Ozanon;

PAR M. LE D^r X. GILLOT.

Henri-Charles OZANON, né à Chalon-sur-Saône, le 22 avril 1835, est mort, le 5 juillet 1909, dans sa propriété de Saint-Emiland (Saône-et-Loire). La Société botanique de France perd, dans sa personne, l'un de ses membres les plus anciens et les plus fidèles. Il y était entré le 14 mai 1858; c'est à elle qu'il donna le seul Mémoire qu'il ait jamais fait imprimer¹; et il prit une part active à plusieurs de ses Sessions extraordinaires : Bordeaux, Béziers-Narbonne, Chambéry, Autun-Givry, Corse, Dijon, Antibes, Millau.

Ses premières récoltes avaient toutes été revues par Ch. GRENIER et les fameux *centuriateurs*, dont il avait fait la connaissance à la même époque, C. BILLOT, l'auteur du *Flora Gallix et Germanix exsiccata*, et Fr. SCHULTZ, l'auteur de l'*Herbarium normale*, dont il fut le collabo-

1. Note sur les plantes les plus remarquables du versant méridional de la Montagne-Noire, recueillies en juin 1860, dans le canton de Mas-Cabardès, arrondissement de Carcassonne (Aude). Bull. Soc. bot. France, VIII, 1861, séances du 8 et 22 mars, pp. 119 et 165.